

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1932-1933. — N° 100

La
Dérivation électrolytique
des médicaments

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Jeudi 22 Décembre 1932

PAR

Jean-Pierre-Claude ROLIN

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Né à REIMS (Marne), le 5 juin 1909.

Examineurs de la Thèse	{	MM. RÉCHOU, professeur.....	<i>Président.</i>
		CAVALIÉ, professeur.....	{ <i>Juges.</i>
		BEAUVIEUX, agrégé.....	
		DUBECQ, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ
Y. CADORET, DELMAS, SUCCESEUR
3-6, Place Saint-Christoly

1932



Digitized by the Internet Archive
in 2026



UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1932-1933. — N° 100

La
Dérivation électrolytique
des médicaments

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Jeudi 22 Décembre 1932

PAR

Jean-Pierre-Claude ROLIN

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Né à REIMS (Marne), le 5 juin 1909.

Examineurs de la Thèse	{	MM. RÉCHOU, professeur.....	Président.
		CAVALIÉ, professeur.....	Juges.
		BEAUVIEUX, agrégé.....	
		DUBECQ, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ
Y. CADORET, DELMAS, SUCCESSEUR
3-6, Place Saint-Christoly

1932

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.



PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. POUSSON, MOURE, W. DUBREUILH, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS, AUCHÉ, SELIER.

PROFESSEURS

	MM.		MM.
Clinique médicale.....	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie.....	MANDOUL.
id.....	CASSAET.	Médecine expérimentale.....	DUPÉRIÉ.
Clinique chirurgicale.....	CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique.....	TEULIÈRES.
id.....	BÉGOUIN.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie..	ROCHER.
Pathologie et thérapeutiques générales...	CARLES.	Clinique gynécologique.....	GUYOT.
Clinique d'accouchements.....	ANDÉRODIAS.	Clinique méd. des maladies des enfants..	CRUCHET.
Anatomie pathol. et microscopie clinique.	SABRAZÈS.	Chimie biologique et médicale.....	DELAUNAY.
Anatomie.....	VILLEMEN.	Physique médicale et pharmaceutique....	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie.....	G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques.	BONNIN.
Physiologie.....	PACHON.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques	PETGES.
Hygiène.....	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires.	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie.....	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales.	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médie.	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	PORTMANN.
Chimie.....	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée.....	LABAT.
Botanique et matière médicale.....	BEILLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie..	GREYX.
Pharmacie.....	DUPOUY.	Clinique dentaire.....	CAVALIÉ.

MM MICHELEAU (Médecine générale). MURATET (Anatomie pathologique). GOLSE (Pharmacie). LACOSTE (Histologie).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie.....	DUBECQ.	Chirurgie générale.....	PAPIN.
id.....	DUFOUR.	id.....	JEANNENEY.
Physiologie.....	FABRE.	id.....	CHARRIER.
Parasitologie et sciences naturelles.....	R. SIGALAS.	id.....	LOUBAT.
Médecine générale.....	N.	Obstétrique.....	PERY.
id.....	AUBERTIN.	id.....	RIVIÈRE.
id.....	DAMADE.	Ophtalmologie.....	BEAUVIEUX.
id.....	PIÉCHAUD.	Dermatologie et syphiligraphie.....	JOULIA.
id.....	DELMAS-MARSALET.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie.	VITTE.
Maladies mentales.....	PERRENS.		

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Médecine opératoire.....	PAPIN.	Péuiculture.....	FAUGÈRE.
Physiologie.....	FABRE.	Démonstrations et préparations pharmac..	GOLSE.
Accouchements.....	PERY.	Zoologie et parasitologie.....	R. SIGALAS.
Ophtalmologie.....			
Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes.			
Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle.....			
id.....			
Clinique dentaire.....			

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MON FRERE MICHEL

A MON PERE — A MA MERE

Avec tout mon amour et toute ma
reconnaissance.

A MES FRERES ET SOEURS

A MA FAMILLE

A MES AMIS

ADOLPHE DIAGNE ET PIERRE GALAUP

AU DOCTEUR FRANQUET

AU DOCTEUR LANDRY

Professeurs à l'Ecole de médecine de Reims.

A qui je dois le sujet de cette thèse. .

En témoignage de ma grande reconnaissance pour l'aide précieuse et les conseils qu'ils me prodiguèrent avec tant de bienveillance.

A MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL DARGEIN

*Directeur de l'Ecole principale du Service de Santé de la Marine
et des Colonies,
Commandeur de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

A MON PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR G. RECHOU

*Professeur d'Electroradiologie et de Clinique d'électricité médicale,
Directeur du Centre régional de lutte contre le Cancer de Bordeaux
et du Sud-Ouest,
Docteur ès sciences,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la
présidence de cette thèse. Qu'il veuille
bien croire à ma profonde reconnais-
sance.

La Dérivation électrolytique des médicaments

INTRODUCTION

L'ionisation, si elle est encore d'acquisition relativement récente, est cependant désormais d'une pratique courante en thérapeutique générale et spécialisée.

Encore désignée sous le nom d'ionothérapie, ou d'introduction électrolytique des médicaments, ou de diélectrolyse, cette méthode a été suffisamment étudiée quant à ses bases physico-chimiques et physiologiques, et mise au point quant à ses diverses applications pratiques, pour que nous ne prétendions pas dans ce travail apporter de faits qui soient une révélation pour personne.

Nous nous bornerons donc, en ce qui concerne l'ionisation proprement dite, à donner un aperçu de l'état actuel de la question, tant au point de vue expérimental que thérapeutique.

Cependant, nous nous étendrons plus spécialement sur une méthode, corollaire de l'ionisation, et d'ailleurs issue des mêmes principes physico-chimiques, dont la mise en lumière est plus récente, et qui paraît appelée à étendre le terrain d'action de l'électrolyse médicamenteuse, tout en en simplifiant les procédés : nous voulons parler de la dérivation électrolytique des médicaments.

PREMIERE PARTIE

L'ionisation. Etat actuel de la question.

HISTORIQUE

Si l'ionisation n'a vraiment été établie en tant que méthode scientifique que durant ces trente dernières années, les premières tentatives d'utilisation du courant électrique pour l'introduction des médicaments dans l'organisme remontent à une époque beaucoup plus ancienne. Bien avant que ne fussent connues les lois de l'électrolyse et les propriétés des ions, quelques novateurs avaient déjà fait des essais dans ce sens, d'ailleurs purement empiriques.

Le plus ancien en date semble être un médecin italien, nommé Rossi. En 1802, il tente de traiter la syphilis en faisant passer le courant par une électrode positive, imprégnée de sels de mercure, et placée sur une région dont il a préalablement décapé la peau au moyen d'un vésicatoire. Vers 1835, Fabre-Palaprat reprit ces essais avec divers médicaments : l'iode, la quinine entre autres, et obtint même, semble-t-il, quelques résultats intéressants. Malheureusement, peu au courant du mouvement scientifique, quoique vivant à l'époque de Faraday, il finit par mettre, à tout hasard, la substance médicamenteuse dans le liquide excitateur des piles.

Par la suite, en 1846, Kleinke fit pénétrer électriquement l'iodure de potassium à travers la peau pour le traitement de la scrofule.

En 1853, Hassenstein tente de nouveau l'introduction du mercure. Puis, en 1870, Von Bruns réalise une série d'expériences pour démontrer en particulier la pénétration de l'iode dans les tissus par l'électricité. Se basant sur les expériences de Von Bruns, A. Munk, en 1873, démontra la pénétration de la strychnine par le courant électrique en provoquant des convulsions chez le lapin, de même pour l'iode et la quinine chez l'homme en décelant ces substances dans les urines.

Les auteurs de cette époque étaient d'ailleurs guidés par une interprétation fausse des phénomènes; ils pensaient qu'il y avait « cataphorèse », c'est-à-dire entraînement dans le sens du courant de la totalité de la molécule non dissociée.

Cependant, il serait injuste de le passer sous silence, certains médecins, dès avant 1870, tels Pravaz et Tripier en France, Cinicelli en Italie, avaient discerné que les lois de l'électrolyse, telles que les avait énoncées Faraday, devaient s'appliquer au corps humain.

A partir de 1890, des recherches méthodiques sont entreprises sur cette question de divers côtés à la fois, basées sur les propriétés thérapeutiques de diverses substances : Edison avec la lithine, Aubert avec la pilocarpine, Bergonié avec l'acide salicylique; puis Labatut qui compare l'action de différentes solutions sur la peau, puis Weiss, Guilloz, Frankenhauser...

Enfin, dans les premières années du siècle, les travaux fondamentaux de Stéphane Leduc, aussi puissamment démonstratifs dans le domaine expérimental que dans le domaine thérapeutique, sont venus donner une impulsion définitive à la méthode dite par lui de l'ionisation, qui n'a cessé depuis lors de se développer grâce aux apports des nombreux expérimentateurs qui s'y sont attachés.

L'ELECTROLYSE — THEORIE DES IONS

Avant d'entrer plus avant dans l'exposition de la méthode, et même de ses bases expérimentales biologiques, il est nécessaire, croyons-nous, de rappeler en peu de mots les notions physico-chimiques qui la conditionnent à l'origine.

On peut distinguer deux sortes de solutions d'après la façon dont elles se comportent vis-à-vis du courant électrique : celles qui sont conductrices, et celles qui ne le sont pas. Celles qui sont conductrices ne doivent cette propriété qu'au fait de maintenir en dissolution certains corps appelés électrolytes. En effet, l'eau distillée absolument pure n'est pas conductrice du courant; mais il suffit d'ajouter cette eau d'une faible quantité d'acide sulfurique pour que le passage s'établisse immédiatement.

Les réactions des solutions électrolytiques sous l'influence du courant ont été étudiées par Faraday : il constata qu'après le passage du courant, les molécules des corps dissous se trouvaient dissociées, et avaient donné naissance à des particules nouvelles, dont une partie allait se dégager à l'électrode positive, et l'autre partie à l'électrode négative. Il donna à ces particules le nom d'ions.

Il fut amené à croire que c'était le courant électrique qui opérait la dissociation de la molécule chimique, jusque-là solidement unie, en *ions* : les uns, chargés négativement, se portant sur l'électrode positive, ou anode : ce sont les anions; les autres, chargés positivement, se portant sur l'électrode négative, ou cathode : ce sont les cations.

Par la suite, diverses études portant sur la pression osmotique, la cryoscopie, et la tension des vapeurs vinrent démontrer l'insuffisance de cette façon de voir, et donner corps à une nouvelle hypothèse qui prit sa forme définitive dans la théorie d'Arrhénius, qui donne actuellement une explication satisfaisante des phénomènes observés.

THÉORIE D'ARRHÉNIUS.

La dissociation en ions des molécules des électrolytes en solution est préalable au passage du courant. La proportion des molécules dissociées est d'autant plus grande que la solution est plus diluée, et d'autre part en rapport avec un coefficient de dissociation établi d'après la nature de la substance dissoute, la température et le pouvoir conducteur spécifique du solvant.

Ces ions, constitués par des atomes vrais ou par des radicaux (acides, groupe oxhydrile, alcaloïdes), ont dès lors perdu toute affinité chimique, pour acquérir une autre propriété : la charge électrique, soit positive, soit négative. Le courant ne fera plus alors que les trier en quelque sorte, déterminer leur mouvement vers les pôles de nom contraire, en somme assurer leur vexion. Une fois au terme de leur voyage, les ions vont perdre leur charge électrique, et retrouver leurs affinités chimiques : toute combinaison avec le solvant redeviendra alors possible.

Prenons, par exemple, une solution de NaCl.

Nous savons désormais qu'elle contient des molécules entières NaCl, et des ions libres, sans affinité chimique, d'une part Na, à charge positive, d'autre part Cl, à charge négative. Faisons passer un courant continu : les ions Na se rendront au pôle négatif, les ions Cl au pôle positif, et arrivés là retrouveront leurs possibilités de combinaison, soit avec eux-mêmes, soit avec le solvant, soit même avec le constituant des électrodes, s'il est attaquable.

Brièvement, nous rappellerons que la formule générale

d'un électrolyte, indifférent électriquement dans son ensemble, est RM :

M = cation, charge positive;

R = anion, charge négative.

Il suffit de savoir que :

a) sont des cations (+) : les métaux, l'hydrogène, les alcaloïdes;

b) sont des anions (—) : les métalloïdes, le groupe oxhydrile OH , les radicaux acides.

II

LE TRANSPORT DES IONS EN MILIEUX ORGANIQUES

Les données précédentes concernant le passage du courant dans une solution électrolytique s'appliquent-elles aux milieux organiques vivants? En prenant le cas qui, en dernier ressort, nous intéresse, celui du corps humain, si nous accordons un instant quelque apparence de réalité à la vieille image simpliste qui le représente comme une éponge imbibée d'eau salée, il est déjà permis de le supposer. Du reste, ce que des notions antérieures laissaient entrevoir, l'expérience l'a démontré. Nous en donnerons un bref aperçu.

Transport des ions en milieu végétal.

EXPÉRIENCE DE CHATZKY.

On prend une pomme de terre dans le milieu de laquelle on creuse un godet que l'on remplit d'une solution d'iodure de potassium. On pique ensuite à l'une et l'autre extrémité de la pomme de terre deux aiguilles métalliques, reliées l'une au pôle positif, l'autre au pôle négatif, d'une batterie de piles. On établit le courant, et au bout de quelques instants on voit autour de l'aiguille positive se dessiner une zone bleuâtre plus ou moins étendue : cette coloration en bleu traduit la réaction classique, sur l'amidon de la pomme de terre, de l'iode transporté électrolytiquement du godet au pôle positif. Cette électrolyse de l'iodure se produit même si

la solution ne se trouve pas sur le trajet direct des lignes de force.

Elle se produit encore si l'on refait l'expérience avec deux pommes de terre reliées par un tube contenant de l'eau. Par contre, la réaction colorée au positif ne se produit plus si l'on fait passer au travers de ce tube, perpendiculairement à sa direction, un courant d'eau qui entraîne les produits d'ionisation à l'extérieur avant d'arriver à la seconde pomme de terre.

Transport des ions en milieu animal mort.

EXPÉRIENCE DE LABATUT.

Soit une cuve rectangulaire en verre. Au milieu, en guise de cloison, s'adaptant exactement aux parois de la cuve, de façon à la séparer en deux compartiments ne communiquant en aucune façon, un morceau de muscle de cheval. Dans chacun des deux compartiments, on verse une solution identique de chlorure de lithium, où baigne une électrode, positive d'une part, négative de l'autre. On fait passer ainsi 8 milliampères pendant une heure. Après quoi on découpe le morceau de muscle en 8 tranches égales, suivant la verticale. L'analyse spectrale montre que le muscle, dans son ensemble, contient les six dixièmes de la quantité de lithium qui devrait être transportée selon la loi de Faraday; la tranche la plus proche du positif, donc la première du côté de l'entrée du courant (lithium +, se rend au —) en contient à elle seule les cinq sixièmes, le reste étant dans la seconde tranche. Les autres tranches n'en contiennent pas. La pénétration du lithium à travers le muscle mort avait donc bien eu lieu, et non pas par perméabilité ou osmose, puisque seules les tranches voisines de l'électrode d'entrée du courant en étaient imprégnées.

Transport des ions en milieu animal vivant.

A. — EXPÉRIENCE D'ENSCH.

Ensch réalisa le dispositif suivant : il prit deux cristallisoirs, remplit l'un d'eau ordinaire distillée, l'autre d'iodure de potassium. Il les relia entre eux par l'intermédiaire d'une grenouille, dont il fit tremper les pattes antérieures dans la solution de KI, et les pattes postérieures dans l'eau ordinaire; il réunit les deux cristallisoirs à une batterie de piles, l'électrode négative plongeant dans la solution iodurée, l'électrode positive dans l'eau ordinaire; à la pointe de celle-ci, il piqua, en guise de témoin, un petit morceau de pomme de terre. Il fit passer le courant, et au bout d'un certain laps de temps, constata, par le bleuissement du fragment de pomme de terre, la présence d'iode dans le cristallisoir relié au positif. L'iode, —, avait donc été transporté du cristallisoir — au cristallisoir + à travers le corps de la grenouille. Si l'on inverse le dispositif, électrode + plongeant dans la solution de KI, et — plongeant dans l'eau, on n'obtient pas de résultat.

B. — EXPÉRIENCE DE LEDUC.

L'expérience, aujourd'hui classique de Stéphane Leduc, couronne admirablement le faisceau des expérimentations précédentes. Il est indispensable de la connaître, car elle est à la base de l'introduction électrolytique des médicaments dans l'organisme.

L'auteur place en série dans un circuit galvanique deux lapins. Il fait entrer le courant par une électrode spongieuse positive, imbibée de sulfate de strychnine, qu'il place sur le côté gauche du premier lapin, et le fait sortir par le côté opposé (côté droit) du deuxième lapin, au moyen d'une électrode négative, également spongieuse, imbibée de cyanure de potassium. Les deux lapins sont réunis entre eux, pour assu-

rer la continuité du circuit, par deux tampons hydrophiles imbibés d'eau ordinaire.

Leduc fait passer dans le circuit ainsi composé un courant de 60 à 100 milliampères. (Rappelons que l'ion complexe, strychnine, est un cation, +, tendant ainsi à se rendre au pôle négatif, — et que l'ion cyanure est un anion, —, tendant à se rendre au pôle positif.)

Le premier lapin, sur lequel est appliquée l'anode imbibée de sulfate de strychnine, ne tarde pas à présenter des convulsions tétaniques dues à la pénétration de la strychnine, et meurt.

Le deuxième, également, meurt rapidement par l'introduction de l'ion cyanure, en route vers le pôle positif.

Si on inverse l'expérience, plaçant le sulfate de strychnine à la cathode, et le cyanure de potassium à l'anode, aucune introduction électrolytique n'a plus lieu, et aucun des deux lapins ne se trouve incommodé.

Cette expérience double établit ainsi de façon indiscutable, avec une simplicité de moyens et une clarté remarquables, qu'il s'agit d'une introduction ionique conditionnée par le passage du courant dans un sens déterminé, et non d'un simple phénomène d'osmose. De fait, l'intoxication des lapins ne se produit qu'au moment du passage du courant, seulement dans le sens défini par les notions antérieures concernant la polarité et les affinités électriques des toxiques employés.

Transport des ions dans le corps humain.

EXPÉRIENCES DE LANDRY et FRANQUET (de Reims).

Avant de terminer ce chapitre, nous relaterons les expériences de Landry et Franquet, qui présentent cette originalité d'avoir été réalisées sur une région de l'organisme humain, en l'occurrence le tympan, et permettent ainsi d'appliquer au corps humain les constatations tirées des expé-

riences précédentes. Nous en empruntons la description aux auteurs eux-mêmes, telle qu'ils la donnent dans leur publication sur *l'Ionisation dans les affections chroniques de l'oreille*, parue en 1927.

« 1° Nous avons scié un rocher longitudinalement et abrasé le pavillon. Puis un tube luté à la cire, rempli d'iodure de potassium, a été introduit dans le conduit auditif externe, et relié au pôle négatif d'une batterie de piles. Un tampon imprégné d'empois d'amidon a été appliqué dans la caisse, et relié au pôle positif. Après vingt minutes de courant à 3 milliampères, le tampon d'amidon était bleu.

» 2° Nous avons repris un autre tympan et avons laissé en contact, d'un côté l'empois, de l'autre une solution iodée (teinture d'iode diluée au cinquième). Au bout du même laps de temps, pas de coloration.

» 3° Nous avons remplacé la solution d'iodure de potassium par une solution de silicate de soude au 10/1.000 dans laquelle trempait toujours la cathode (—). Dans la caisse, de l'eau ordinaire, indemne de silice. Après passage du courant, l'anode baignant dans la caisse et constituée par un fil de cuivre était verdâtre. L'analyse chimique a révélé qu'il s'agissait de silicate de cuivre. Le silicium ou plutôt SiO^3 s'était rendu à l'anode, à travers la paroi tympanique.

» 4° Nous avons repris l'expérience avec l'iodure de K, sur une tête entière, et fait après l'expérience la recherche de la réaction de l'iodure sur l'amidon dans la trompe d'Eustache. La cathode était toujours constituée par un tube luté introduit dans le conduit auditif externe et rempli d'une solution d'iodure. L'anode était, sur les conseils de Bourguignon, placée sur l'œil, et constituée par un tampon de coton hydrophile imprégné d'eau. La recherche a été positive; en effet, si, après le passage du courant, on injecte, sous une faible pression, de l'empois d'amidon par une sonde d'Itard introduite par l'orifice pharyngien de la trompe, le liquide ressort bleu.

» Nous n'avons jamais dépassé 4 milliampères au cours de

nos expériences. Nous devons toutefois faire remarquer que les expériences 1 et 3, faites sur tissus morts, ont nécessité une source à gros voltage, étant donnée la résistance des tissus formolés des sujets d'amphithéâtre dont nous nous sommes servis. Sur le vivant, deux piles de poche en tension sont suffisantes pour donner sans polarisation appréciable 4 milliampères pendant vingt minutes. (Cette expérience, que nous avons faite sur nous-mêmes, ne pourrait être réalisée en thérapeutique, car se faisant sans graduation, elle détermine le vertige voltaïque.) »

*
**

De l'ensemble des expériences rapportées précédemment, il est légitime de conclure à la réalité de la pénétration par électrolyse des ions à travers l'organisme humain; donc, d'ores et déjà, à la possibilité d'une thérapeutique locale par introduction d'ions médicamenteux.

Mais quel est le sort des ions ainsi portés dans l'organisme par le courant électrique? Là, il faut bien constater que le mécanisme intime des réactions physiques et physiologiques, dont l'ion sera l'objet jusqu'à son élimination définitive, est encore assez mal connu. Cependant, grâce aux travaux de Leduc, Bergonié, Labatut, Zimmermann, Bourguignon, etc., les quelques faits suivants paraissent bien établis :

1° Etant donnée la grande résistance de la couche cornée de l'épiderme, c'est au niveau des orifices glandulaires (sudoripares et sébacés) que s'effectuera la pénétration des ions.

2° Ayant franchi la couche épidermique au niveau des orifices glandulaires, les ions diffusent dans la glande et les espaces périglandulaires.

3° La plupart des ions médicamenteux introduits par électrolyse ne dépassent pas les couches profondes du derme, leur force électrique d'entraînement, une fois la peau traversée, étant absolument négligeable.

4° Il en résulte une accumulation, au moins provisoire, des

ions dans les parties superficielles, au niveau où on a pratiqué leur introduction.

5° Ces ions sont ensuite repris et entraînés par le courant circulatoire, et il paraît bien qu'il y a alors électrolyse secondaire, ou diélectrolyse (Bourguignon : $\partial \alpha =$ à travers), du médicament en circulation. Nous reviendrons d'ailleurs sur ces faits à propos de la dérivation électrolytique.

6° Il est possible de retrouver de faibles quantités du médicament en expérience sous l'électrode opposée à celle qui a servi pour l'introduction, ceci venant à l'appui du paragraphe précédent.

7° Cependant, en aucun cas, il ne peut y avoir réversibilité, c'est-à-dire qu'il est impossible de faire ressortir par renversement de la polarité les ions introduits par le courant.

8° L'absorption et, par suite, l'élimination des substances introduites par électrolyse sont nettement retardées par rapport aux autres modes d'administration, l'élimination se poursuivant en quantité importante plusieurs jours après l'interruption du traitement. Nous nous étendrons davantage à ce sujet dans le chapitre qui suit.

III

AVANTAGES DE L'IONISATION

L'ionisation n'étant en somme que l'application à la thérapeutique des données que nous venons de résumer, on conçoit facilement les avantages que peut présenter cette méthode d'introduction des médicaments, dans tous les cas où elle est rendue possible, et par la nature et la localisation des lésions, et par les propriétés chimiques et électriques des substances susceptibles d'agir efficacement sur ces lésions.

I. — Action du médicament à l'état naissant.

Nous savons que les produits de dissociation des électrolytes se trouvent, de ce fait même, à l'état naissant, c'est-à-dire cet état particulier dans lequel se trouve un corps au moment où il sort d'une combinaison; il est alors plus actif chimiquement et plus apte à se combiner à un autre corps. Ces faits sont suffisamment connus pour que nous n'insistions pas. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que les produits employés soient rigoureusement purs, il suffit que leur solution soit électrolytique; c'est seulement préférable, de façon à éviter la présence d'ions parasites à côté des ions actifs.

II. — Action massive « loco dolenti ».

Il est bien évident que la région au niveau de laquelle se fera l'introduction bénéficiera d'une imprégnation médicamenteuse considérable, telle qu'il faudrait recourir à une

administration réellement formidable par la voie digestive ou intra-veineuse par exemple, pour qu'elle puisse en retrouver l'équivalent, surtout si elle est superficielle, de faible étendue et de faible épaisseur.

Pour donner une idée approximative de l'économie ainsi réalisée, nous prendrons l'exemple d'une cicatrice vicieuse, et nous supposerons de 50 grammes le poids de cette région pathologique à imprégner, chez un homme de 60 kilos. Nous allons calculer, d'après la formule de Stéphane Leduc, la quantité d'iode que nous introduirions en faisant à son niveau une séance d'une demi-heure d'ionisation à l'iodure de potassium, à une intensité de 40 milliampères. Nous comparerons avec la quantité d'iode qu'il faudrait prendre par voie buccale pour que cette région, qui représente la $\frac{1}{1.200}$ partie en poids du corps tout entier, reçoive la même dose pour sa part. Nous ne nous dissimulons pas que les résultats obtenus par ce calcul seront relativement inexacts, mais ils suffiront à donner une idée de l'avantage de la méthode dans ce cas concret. La formule de Stéphane Leduc est la suivante :

$$P = ite \times \frac{u}{u + v}$$

P désignant le poids d'iode introduit, i l'intensité du courant, t la durée de passage, e l'équivalent électro-chimique, u la vitesse de l'ion I, v la vitesse de l'ion K.

En l'occurrence :

$$u = 5,6, \text{ et } v = 4,8;$$

$$i = 0,040;$$

$$t = 1.800 \text{ sec.};$$

$$e = 0,001305.$$

De sorte que nous obtenons finalement :

$$P = 12 \text{ mg. } 66.$$

La région envisagée ne représentant, d'après nos conventions, que la 1.200^e partie du poids total du corps, il faudrait donc introduire par voie buccale, pour que la cicatrice ait une part équivalente à celle qu'elle reçoit à chaque séance d'ionisation :

$$0 \text{ g. } 01266 \times 1.200 = 15 \text{ g. } 192 \text{ d'iode,}$$

ou 228 grammes environ de teinture d'iode.

Il est donc évident que lorsqu'on a affaire à une région très vectrice, où l'on veut traiter une lésion peu profonde, de petite masse, l'ionothérapie s'impose comme la méthode de choix. D'autre part, ceci rend impossible, avec effet thérapeutique certain, l'emploi de certaines substances, toxiques à doses minimales, donc inutilisables autrement, en bien des cas où elles doivent agir électivement. Leur champ d'utilisation se trouve aussi singulièrement élargi.

III. — Absorption progressive et élimination retardée.

Ces notions ont été particulièrement mises en lumière par les travaux de Labatut, de Bergonié, et, plus récemment, de Bourguignon et de Landry et Franquet.

Les expériences de Labatut, faites avec la lithine, lui permirent d'aboutir aux conclusions suivantes :

1° Il y a transport de lithium dans l'organisme à travers la peau;

2° L'élimination du lithium n'est pas immédiate, mais se fait, au contraire, avec un rythme notablement retardé, après une accumulation qui peut durer plusieurs jours;

3° Cette élimination n'est complète que quelques jours après la cessation des séances.

En comparant ces résultats avec les temps et le processus d'élimination de la lithine introduite, soit par friction, soit par injection hypodermique, on constata en outre avec certitude que l'élimination d'un produit introduit par ionisation était beaucoup plus tardive qu'avec les autres procédés.

Bergonié aboutit aux mêmes conclusions pour le salicylate de soude.

Bourguignon et *Conduché* menèrent par la suite (1917) une série d'expériences et d'analyses très précises, avec l'iodure de potassium. L'électrode active était constituée par un cristalliseur, contenant une quantité déterminée de solution iodurée, dans lequel l'expérimentateur plongeait le poing; l'autre électrode était placée à la face interne du bras, du même côté. L'iode disparu du cristalliseur était calculé avec exactitude à la fin de chaque séance d'ionisation; il était de même très précisément dosé dans les urines du sujet recueillies chaque jour.

Ces expériences donnèrent les résultats suivants :

1° L'iode éliminé à la suite de la première séance est en moins grande quantité que pour les séances suivantes : il est de 3 milligrammes par 24 heures au lieu de 6 à 8 milligrammes;

2° Après suspension des séances, l'élimination se poursuit pendant plusieurs jours, et on retrouve la quantité qui manquait;

3° On retrouve en moyenne, dans les urines de vingt-quatre heures, 75 à 80 p. 100 de la quantité d'iode disparue chaque jour du cristalliseur, donc introduite par électrolyse.

4° Si l'on met à l'électrode positive un papier mouillé d'empois d'amidon, on constate le bleuissement du papier, seulement lorsque l'électrode a une très petite surface. Il y a donc extraction de l'iode au positif, mais sous une si faible concentration qu'on ne peut le déceler qu'avec un courant d'une très forte densité à ce niveau. Nous reparlerons de l'interprétation de ce phénomène dans la seconde partie de ce travail. Ces faits permettent donc de conclure à la constitution d'une réserve d'iode qui s'élimine après l'arrêt du traitement — le lieu où s'opère cette réserve étant d'ailleurs difficile à préciser — et aussi à l'élimination journalière par les urines d'une quantité d'iode constante à partir du moment où l'équilibre est établi, cette quantité représentant 79 p. 100 (chiffre moyen) de celle qui a été introduite.

Enfin, *Landry et Franquet* et leur élève René Paris, dans une série d'expériences récentes, portant sur l'introduction et l'élimination du magnésium, effectuées sur des lapins (un lapin témoin n'étant pas ionisé), furent amenés à des conclusions analogues. Ils se proposaient de rechercher :

1° Etant connue la somme de magnésium introduite, quelle quantité serait retrouvée, journellement et au total (15 jours d'ionisation), dans les urines d'une part, dans les matières fécales de l'autre;

2° Après sacrifice de l'animal, quelle quantité de magnésium on retrouverait fixée au niveau du rocher (par comparaison avec le témoin), l'ionisation étant pratiquée par la voie de l'oreille externe et du tympan;

3° S'il n'y aurait pas accumulation de magnésium en un autre point de l'organisme.

Les résultats furent les suivants :

— pour 116 milligrammes de Mg introduits, élimination, dans les quinze jours que dura l'expérience, de 92 milligrammes, soit $\frac{2}{3}$ par les fèces et $\frac{1}{3}$ par les urines;

— présence, au moment où les animaux furent sacrifiés, d'un excès de magnésium dans le rocher du lapin ionisé, du côté où était appliquée l'électrode;

— présence d'un excès de Mg dans le foie du sujet; dans les autres organes, rien ou traces infinitésimales.

— Enfin, ils constatèrent de nouveau un retard de l'élimination du produit ionisé, la décharge étant particulièrement importante le lendemain de la dernière séance et se prolongeant encore, quoi qu'en décroissant, pendant trois jours.

Résumé des avantages de l'ionisation.

Nous noterons donc, finalement, comme avantages essentiels, applicables à tous les cas d'espèces :

1° la pureté et l'activité maxima de l'agent thérapeutique;

2° l'action massive *loco dolenti* sans qu'il soit besoin d'une absorption totale considérable;

3° l'élimination plus lente, permettant des effets généraux progressifs et retardés, qu'aucun autre mode d'administration ne saurait procurer;

4° et, en liaison avec le précédent, l'imprégnation par le médicament de certains tissus et organes constituant un capital de réserve, et singulièrement dans la région par où s'est faite l'introduction.

Notons enfin à son actif la possibilité de superposer l'ionisation aux autres traitements généraux, et de l'associer en particulier aux agents physiques (association de l'ionisation et de la haute fréquence; application préalable de la diathermie, qui favorise et intensifie l'action des ions).

IV

APPLICATIONS THERAPEUTIQUES ACTUELLES

Nous allons grouper ici, pour un tableau d'ensemble, les ions divers dont l'utilisation est désormais classique en thérapeutique. Nous n'avons pour but que l'indiquer les résultats, sans entrer dans le détail des expérimentations ou de la technique.

L'ION « IODE ».

Le sel employé pour faire pénétrer l'iode dans l'organisme est généralement l'iodure de potassium, dont on emploiera une solution à 1 p. 100, qu'on placera à l'électrode négative. Ses propriétés essentielles sont :

L'action sclérolysante, c'est-à-dire l'action résolutive, tout à fait remarquable, que l'ion iode exerce sur tous les processus scléreux;

l'action analgésique, qui sans doute ne lui est pas propre, mais est due à la résolution des scléroses et des adhérences irritantes;

l'action régénératrice : après avoir agi pour la libération des nerfs englobés dans des cicatrices vicieuses, l'iode favorise encore grandement leur régénérescence;

l'action kérato-génésique, pour la reconstitution de l'épiderme.

Indications thérapeutiques :

Cicatrices vicieuses, adhérences, chéloïdes, sclérodermies;
paralysie par compression, sutures nerveuses, paralysie faciale, irritations réflexes;
hypertrophie du corps thyroïde;
adénopathies tuberculeuses chroniques.

Il nous faut signaler encore quelques succès obtenus par l'ionisation iodée dans l'actino-mycose, et l'utilisation de l'ion iode par Landry et Franquet, de Reims, pour le traitement des affections non suppurées de l'oreille moyenne, de même par Malherbe pour les otospongioses. Enfin, R. Grain a montré récemment l'intérêt de l'ionisation iodée translaryngée dans le traitement des laryngites aiguës.

L'ION « CALCIUM ».

Ses propriétés principales sont :

~ l'action anticonvulsivante, antispasmodique;
l'action résolutive;
l'action stimulante sur l'état général;
l'action récalcifiante (suite de traumatismes).

Indications thérapeutiques :

Hémiplégie avec contractures (diélectrolyse transcérébrale de Bourguignon);
Lésions du faisceau pyramidal;
Algies diverses;
Décalcifications post-traumatiques.

L'ION « SALICYLE ».

On l'introduit dans l'organisme par l'ionisation soit du salicylate de soude, soit du salicylate de lithine; dans ce dernier cas, ionisation double : salicyle au pôle positif, lithium

au négatif. Nous reparlerons de ce procédé à propos de l'ion lithium.

Etudié par Bergonié et Roques, l'ion salicylé possède une action analgésique et décongestionnante. On l'utilise avec succès dans les affections suivantes :

Rhumatisme articulaire aigu;

Rhumatisme blennorragique;

Rhumatisme chronique;

Myalgies et ténalgies d'origines diverses;

Acnés, prurits;

Enfin, en ophtalmologie, dans le traitement des sclérites et épiscclérites, de l'iritis rhumatismale.

L'ION « LITHIUM ».

D'abord obtenu en partant du chlorure de lithium (Edison, Labatut), on a tendance, aujourd'hui, à substituer à ce sel le salicylate de lithine (Zimmern), qui permet, comme nous l'avons noté plus haut, une double ionisation, en imbibant les 2 électrodes, de telle sorte que l'ion salicylé tend à se dégager au positif, et l'ion lithium au négatif : donc double bénéfice.

Si l'on utilise le salicylate de lithine, les indications seront les mêmes que celles du salicylate de soude, en y ajoutant toutes les manifestations de la diathèse goutteuse :

Crise de goutte aiguë;

Séquelles de la crise : empâtements inflammatoires chroniques;

Rhumatisme chronique.

L'ION « ZINC ».

Ses propriétés sont depuis longtemps connues; on peut les ranger sous trois chefs :

Action antiseptique;

Action hémostatique;

Action résolutive.

En raison de ses propriétés thérapeutiques, comme aussi de sa non-diffusibilité, c'est surtout en pathologie externe que l'ion « zinc », trouvera ses applications. Elles sont nombreuses :

Plaies étendues, ulcères chroniques;

Abcès fistuleux;

Ulcérations rectales;

Chancres ulcérés;

Sycosis, impétigo, ecthyma, lupus, néoformations cutanées.

En ophtalmologie : ophtalmie, trachomes, ulcère de la cornée, dacryocystites.

En oto-rhinologie : sinusites maxillaires, otorrhées chroniques, otites moyennes suppurées (en Angleterre, par Friel et Crosbie).

Pour certaines affections génito-urinaires : fistules rénales, urétrites, cystites.

L'ION « THALLIUM ».

Employé pour combattre l'hypertrichose. Bons résultats en général, malgré la toxicité du thallium. Cependant Sabouraud rapporte le cas d'une femme qui, à la suite d'une séance d'ionisation locale au thallium au niveau de la cuisse, perdit complètement ses cheveux. Le fait est intéressant à noter pour la démonstration des actions à distance des produits introduits par l'ionisation.

L'ION « CHLORE ».

Surtout employé pour ses propriétés résolutives par ionisation du chlorure de sodium. Utilisé, surtout en Amérique, pour assouplir des tissus cicatriciels et fibreux, faire tomber les chéloïdes. Signalons aussi, à l'actif de l'ion chlore, le traitement de Bourgeois pour les otites adhésives et cicatricielles, et le traitement de Leduc pour les scolioses (le but

recherché est de rompre les adhérences pleurales et les symphyses, qui pour cet auteur seraient la véritable cause de cette affection), de même pour certaines affections pleurales sèches.

L'ION « MAGNÉSIUM ».

L'ionisation au magnésium a pour but d'utiliser au maximum les propriétés antinéoformantes que le Professeur Delbet a indiquées à l'actif de ce corps. Zimmern et Wickham ont déjà obtenu par ce procédé quelques beaux résultats dans le traitement de tumeurs malignes très avancées.

L'ion Mg a encore été utilisé dans le traitement des verrues.

LES IONS ANESTHÉSQUES.

Nous grouperons sous ce titre un certain nombre d'ions qui ont été expérimentés dans le but d'obtenir des anesthésies locales superficielles, en vue d'opération de minime importance.

La *cocaïne* a été essayée, puis abandonnée parce que provoquant des accidents locaux (œdèmes, paralysies vasculaires); cependant elle serait encore utilisée en art dentaire.

La *stovaïne* n'a pas donné de résultats bien positifs. Par contre, la *novocaïne*, et surtout, récemment, la *carbaïne* (Maurice Vincent) ont donné des résultats très satisfaisants par ionisation au niveau de la région à opérer. La carbaïne en particulier donne une anesthésie cutanée suffisante, sans troubles toxiques, ni action nocive immédiate ou tardive. L'anesthésie atteint en profondeur une épaisseur de 5 à 7 millimètres et dure environ 8 à 10 minutes. Masini a signalé également la facilité de l'anesthésie du tympan par l'ionisation à la carbaïne.

L'ION « ACONITINE ».

Récemment introduite dans la thérapeutique électrique l'ionisation de l'aconitine au niveau de la région douloureuse permet d'obtenir le soulagement du malade, tout en n'introduisant au total qu'une quantité de médicament suffisamment faible pour ne pas amener de troubles toxiques. On connaît l'action sédative remarquable de l'aconitine, en particulier sur la névralgie du trijumeau, mais aussi son extrême toxicité (elle foudroie à la dose de 1 milligramme, et parfois moins, prise par la bouche en une seule fois).

L'ionisation à l'aconitine sera donc tout à fait indiquée, d'abord dans la névralgie faciale essentielle, et, d'une manière générale, dans toutes les algies rebelles, dont le territoire sera suffisamment restreint pour ne pas nécessiter une grosse introduction de médicament. On devra employer des solutions très étendues et éviter de poursuivre trop longtemps les séances.

L'ION « HISTAMINE ».

On a proposé récemment pour le traitement des algies rhumatismales l'emploi de l'ionisation à l'histamine (dérivé aminé de l'ergot de seigle), exerçant une action stimulante sur les fibres lisses et amenant ainsi une vaso-dilatation locale au point d'application et une vaso-dilatation indirecte à distance par réflexe. Le Docteur Gajdos-Torök, qui a traité ainsi une cinquantaine de cas, a obtenu des résultats fort encourageants dans des névralgies faciales rebelles, dans des sciaticques à forme purement névralgique, dans des arthralgies et des myalgies rhumatismales chroniques.

L'ION « SILICIUM ». (SiO^3).

Landry et Franquet ont tenté récemment l'ionisation par l'ion SiO^3 , à l'aide du silicate de soude, se basant sur les propriétés antiscléreuses connues de la silice. Ils ont donc

essayé de traiter par ce procédé les bourdonnements des scléreux, et plusieurs cas d'otospongiose. Les résultats obtenus ont été très encourageants en ce qui concerne la sédation des acouphènes et l'arrêt des processus pathologiques, 's'ils n'ont pas toujours amené de guérisons complètes. Remarquons, d'ailleurs, qu'il s'agissait alors de très mauvais cas, où la thérapeutique ordinaire s'était montrée tout à fait impuissante (obs. I et II).

DEUXIEME PARTIE

Le déplacement des ions introduits au préalable dans l'organisme, ou la dérivation électrique proprement dite.

Nous abordons maintenant, dans la deuxième partie de cette étude, une question nouvelle : celle du déplacement des ions, introduits au préalable dans l'organisme par n'importe quelle voie — buccale ou intraveineuse par exemple — et de leur appel, à l'aide du courant galvanique, vers une région donnée de l'organisme, où l'on veut leur faire exercer leur action thérapeutique. Nous verrons d'ailleurs par la suite que cette méthode, qui repose sur une interprétation logique des phénomènes observés, se rattache à une théorie générale de l'électrolyse thérapeutique dans le corps humain.

I

LE DEPLACEMENT DES IONS — FAITS EXPERIMENTAUX

Les premiers essais se rapportant directement à la question semblent être les tentatives faites en Angleterre, il y a une trentaine d'années, pour extraire de l'organisme, par l'électrolyse, le plomb chez les ouvriers exposés au saturnisme. Nous n'avons pu nous procurer une documentation plus complète sur la question, mais nous croyons savoir que, si les essais

du passage d'un courant transcérébral, avec électrodes imbibées simplement d'eau distillée.

Dans chacun des deux groupes, il expérimenta successivement sur des sujets sains et sur des sujets hémiplegiques.

Les ions employés furent : K, Cl, I, Ca, Mg.

Voici, résumés, quels furent les résultats de ces expériences :

A. — DIÉLECTROLYSE TRANSCÉRÉBRALE ORDINAIRE.

a) *Sujets sains.*

Simple courant continu : pas de variation de l'indice oscilométrique, ni de la pression artérielle.

Introduction d'ions :

K, Cl : pas de modification notable.

I : augmentation de l'indice oscilométrique, de 40 à 28 p. 100 de sa valeur initiale.

Ca : résultats analogues.

Mg : augmentation de I_0 de 45 à 60 p. 100; augmentation de la tension, surtout de la maxima : 1 à 2 centimètres de Hg.

Les variations commencent à partir de la dixième minute du passage du courant et cessent dix à trente minutes après l'arrêt du courant.

b) *Sujets hémiplegiques.*

Mêmes résultats qu'avec les sujets sains; mais l'hémisphère lésé se révèle plus sensible à l'action des ions, d'où des modifications plus importantes, dans le même sens que précédemment, de I_0 et de la P. A., surtout Mx, et principalement avec l'ion Mg.

B. — ABSORPTION DES SUBSTANCES PAR VOIE BUCCALE, SUIVIE DU PASSAGE DU COURANT TRANSCÉRÉBRAL.

Contrôle préalable : simple ingestion des médicaments, sans électrolyse consécutive; pas d'influence notable sur la pression artérielle.

Eliopoulos fit passer le courant, d'abord 1 heure après l'ingestion, pendant 30 minutes, puis 24 heures après, et même 48 et 75 heures après.

a) *Sujets sains.*

Modifications analogues à celles observées précédemment, mais d'intensité et de durée plus importantes (sans doute détermine-t-on ainsi, par l'ingestion, une concentration plus grande des ions dans le sang).

Les variations de la P. A. et de Io se manifestent dès la première heure; elles sont un peu atténuées vingt-quatre heures après; on n'obtient plus rien au bout de cinquante heures.

b) *Sujets hémiplegiques.*

Mêmes résultats que, ci-dessus : ici encore, les réactions sont plus vives dans le territoire de l'hémisphère lésé.

Les conclusions de ces expériences se dégagent d'elles-mêmes. Dans le deuxième groupe d'expériences, il y a eu incontestablement, et à l'exclusion de tout autre processus, déplacement secondaire par le courant des ions introduits au préalable dans l'organisme, par une voie quelconque, et les résultats ont été les mêmes, et plus accentués, que ceux obtenus par l'ionisation proprement dite. Nous sommes donc fondé à considérer, par généralisation, que le mécanisme essentiel de l'ionothérapie consiste dans l'électrolyse de l'ion circulant, l'introduction des ions au niveau et par le moyen des électrodes ne représentant plus qu'un mode d'introduction entre plusieurs autres, tels que la voie buccale ou la voie intraveineuse.

Enfin, avant de clore ce chapitre, signalons que des expériences sont en cours, menées par MM. Franquet et Miard, qui se proposent de doser, après traitement, l'iode chez un lapin dans deux des membres, dont l'un aura été soumis à la dérivation électrolytique, et l'autre pas. Nous n'en connaissons pas les résultats.

Conclusions.

De ces faits incontestables et scientifiquement observés, nous croyons utile de tirer les conclusions suivantes :

— Il n'y a plus eu cette fois simplement introduction d'ions par le courant continu.

— Mais il y a eu appel par le courant, en un point déterminé d'ions introduits au préalable dans l'organisme.

— La substance introduite, pourvu qu'elle soit électrolytique, peut l'être par n'importe quelle voie : buccale, intra-veineuse, sous-cutanée, ou même par ionisation préalable, comme nous l'avons vu dans l'expérience de Bourguignon, dite de l'ion circulant.

— C'est sur la substance portée par la circulation que se produit l'électrolyse, les ions étant appelés, le long des lignes de force déterminées par le courant d'un pôle à l'autre, chacun vers le pôle de nom contraire à sa charge propre.

— Pour rendre les phénomènes plus sensibles, il y a donc intérêt à employer une électrode d'appel de petite dimension, de façon à déterminer à son niveau une densité maxima du courant.

II

APPLICATIONS A LA THERAPEUTIQUE AVANTAGES DE LA DERIVATION ELECTROLYTIQUE

Quoique ces données soient d'acquisition toute récente, diverses applications thérapeutiques ont déjà été tentées, et les résultats sont venus confirmer ce que l'expérimentation donnait à espérer.

Parmi ces essais, nous citerons tout d'abord ceux du Docteur Franquet qui fut, croyons-nous, le premier à faire passer dans la pratique ces notions nouvelles. C'est sur quelques cas d'artérites qu'il réalisa ses premiers traitements par dérivation électrolytique. Prenons l'exemple d'une artérite de la tibiale postérieure sur laquelle il voulait faire agir la médication iodée. Il pratiquait tout d'abord une injection intraveineuse d'Iodaseptine Cortial. Puis, après une demi-heure de diathermie (qui paraît exercer une influence favorable sur la suite du traitement), il plaçait dans le dos une large électrode négative, et l'électrode positive le long de la projection topographique de la tibiale postérieure, les deux électrodes étant simplement imprégnées d'eau. Par la suite, il appliqua le même traitement à des cas de décalcification post-traumatique, de névralgies faciales rebelles à toutes les interventions antérieures, etc.

De même, Landry introduisit la méthode en thérapeutique oto-rhino-laryngologique, en particulier pour des applications de silicium et d'iode.

Nous donnons plus loin quelques observations typiques où la méthode dite de dérivation électrolytique a été couronnée d'un plein succès.

AVANTAGES DE LA DÉRIVATION.

Partant des notions expérimentales et des premiers résultats thérapeutiques connus, il est logiquement permis d'espérer de nombreux avantages de l'application de cette méthode.

Tout d'abord, ce que nous avons dit de l'ionisation ordinaire, considérée comme type de l'électrolyse médicamenteuse, s'applique encore à la dérivation. Rappelons ces avantages : pureté et activité du médicament, dues à l'état naissant; action massive *loco dolenti*, liée à une économie de médicament, particulièrement appréciable avec les toxiques; élimination ralentie; imprégnation persistante des tissus traversés.

De plus, nous avons vu que l'ionisation est incapable d'atteindre des lésions situées quelque peu en profondeur. Son action ne sera donc intéressante que pour les régions superficielles, ou d'accès facile. Au contraire, les pages précédentes nous ont montré qu'il se produit dans la dérivation électrolytique un appel des ions suivant les lignes de force vers le pôle de nom contraire; nous avons donc ici la possibilité d'imprégner de la substance active un foyer pathologique, même profondément situé à l'intérieur, pourvu qu'il se trouve en quelque sorte englobé dans le circuit. Répétons qu'il est nécessaire d'avoir une électrode d'appel de petite surface, de façon à obtenir dans sa direction une plus grande convergence des lignes de flux; qui rendra plus actif le transport des ions par le courant. Il faudra donc, au préalable, rechercher une localisation très exacte de la lésion en cause, par les moyens ordinaires cliniques et radioscopiques.

On voit ainsi qu'il devient possible, dans un très grand nombre de cas, de multiplier dans des proportions remarquables l'efficacité du médicament administré. Il est bien évident, en effet, qu'un médicament, dont l'application locale n'est pas possible dans tel cas par les moyens ordi-

naires, ira imprégner indifféremment sans utilité tous les tissus; tandis que la dérivation, en produisant un appel bien dirigé, concentrera son action sur un objectif précis, et limitera la déperdition.

Ce qui a été fait jusqu'ici dans un cadre restreint, sur quelques cas concrets, on peut espérer le voir réaliser dans l'avenir sur une plus vaste échelle. En principe, toutes les substances électrolytiques sont susceptibles d'applications de la dérivation; d'innombrables affections seraient donc susceptibles d'en bénéficier. Imaginons un instant, puisque rien ne nous en empêche *a priori*, son extension demain au traitement de tuberculoses localisées ou de scléroses aortiques : combien serait rendue plus efficace l'action de l'iode ou des sels d'or ou de calcium dont on s'arme contre elles! Sans insister, constatons simplement que le champ est ouvert dans ce sens à toutes les tentatives.

Notons enfin pour terminer, que dans certains cas définis, où l'on veut agir sur une région limitée et facilement accessible, telle qu'une articulation, il est possible de combiner l'ionisation et la dérivation électrolytique, en vue d'un rendement maximum. Supposons un poignet où l'on veut faire agir l'ion calcium, on placera l'électrode négative sur une face de l'article, l'électrode positive, imprégnée de chlorure de calcium, sur l'autre face, et on aura fait auparavant ingérer du chlorure de calcium au sujet. D'ou : ionisation + dérivation.

Le procédé est applicable de même, et appliqué, en otologie (ionisation double de Landry).

TECHNIQUE.

Nous donnons ici, très résumées, quelques indications techniques élémentaires, applicables à la majorité des cas :

Les électrodes devront être disposées de façon à ce que les lignes de flux traversent la région : donc repérer tout d'abord très exactement la lésion.

L'électrode indifférente sera, en général, d'assez grandes dimensions, placée en opposition par rapport à l'autre, de façon à englober un champ circulatoire plus étendu.

L'électrode active, vers laquelle on peut produire un appel, sera, au contraire, rigoureusement localisée au foyer de la lésion à atteindre, ou au niveau de sa projection sur la paroi, et de très petites dimensions, pour obtenir une plus grande convergence des lignes de flux. Elle sera de la polarité inverse de celle de l'ion médicamenteux.

Si l'on veut combiner les effets de l'ionisation et de la dérivation, l'électrode dite indifférente sera imbibée de la même solution que celle ingérée par le malade. Après la séance d'ionisation proprement dite, il faudra changer le sens du courant quand on voudra dériver le produit du milieu intérieur vers l'organe à traiter. Sinon, elles seront toutes deux simplement imbibées d'eau distillée.

La période optima de passage du courant pour obtenir la dérivation sera : d'une heure ou deux après l'ingestion, s'il a été donné par la bouche; immédiatement, s'il a été pris en injection intraveineuse.

Des intensités très faibles suffiront en général : 2 à 3 milliampères. La durée de chaque séance sera d'au moins trente minutes. On pourra en fin de séance inverser le courant pour une meilleure fixation.

On fera des séries de 15 séances. Repos d'un mois entre chaque série.

Etant donné l'accumulation meilleure du produit et son élimination retardée, il sera suffisant de faire des séances tri, ou même bihebdomadaires.

IV

OBSERVATIONS

OBSERVATION I.

(Due à l'obligeance de M. le Docteur LANDRY.)

Mme H..., 69 ans. Vieille otite sèche. Bourdonnements depuis quatre ans. La voix criée est seule perçue à 0 m. 20 de chaque côté. Tympan fibreux immobiles au Siegle. Vertiges obligeant à accompagner la malade. Au bout de 40 séances d'ionisation au silicate de soude, nous déclare tout son contentement de voir ses bourdonnements atténués « et d'entendre la voix de son petit-fils ». A supporté, malgré ses vertiges, des séances de 35 minutes à 1 milliampère.

OBSERVATION II.

(Due à l'obligeance de M. le Docteur LANDRY.)

M. D..., dentiste à Reims. Otite sèche postcatarrhale. Audition peu altérée. V. ch. : 2 mètres. Rinne négatif. Malade hypertendu. Bourdonnements intenses lui rendant presque impossible l'exercice de sa profession. Vingt-cinq minutes d'ionisation au silicate de soude. Ingestion concomitante de silicate de soude *per os*. Au bout de deux mois, peut reprendre ses occupations après disparition des acouphènes. Revu le malade après 2 mois : amélioration maintenue.

OBSERVATION III.

(Due à l'obligeance de M. le Docteur FRANQUET.)

M. B... souffre depuis huit ans d'une névralgie faciale vraie, et tous les traitements ont apporté un soulagement de peu de durée. Il a été fait ionisation au calcium, au salicylate, rayons U.-V. à

doses érythémateuses, rayons X. Une première alcoolisation est suivie d'un arrêt de six mois; mais une seconde, non réussie, en fait une méthode que le malade ne veut plus accepter. Inutile d'insister sur le fait que les dents ont été inutilement arrachées, ainsi qu'il est presque de règle, que les sinus ont été vérifiés; les recherches sérologiques et les traitements anti-anaphylactiques faits.

Ordonné au sujet, sans grand résultat, ou résultat peu durable, l'extrait fluide de *Gelsemium sempervirens*, puis l'aconitine. Mais il s'agit d'un vieillard atteint de myocardite, et on ne peut dépasser 4 granules de 1/10 de milligramme. D'autre part, il habite loin de Reims et ne peut venir faire au cabinet un traitement d'ionisation à l'aconitine. On lui conseille donc de continuer à prendre un granule à 6 heures du matin, un à 8 heures, et, à 9 heures, d'appliquer lui-même un traitement de courant continu à l'aide de micro-ionisateurs, une compresse négative couvrant la joue, une positive dans le dos (inverse de l'ionisation). Pendant le passage du courant, les ions introduits dans l'organisme (en circulation optima une heure après ingestion) sont appelés au négatif, et ainsi est réalisée une imprégnation locale extrêmement importante.

Après 10 séances, alors que l'aconitine seule, étant donnée la faible dose que l'on ne pouvait dépasser, n'apportait qu'un soulagement incomplet, il revint, ne souffrant absolument plus, et cette guérison se maintient depuis six semaines.

OBSERVATION IV.

(Due à l'obligeance de M. le Docteur R. FRANQUET.)

M. R..., 67 ans, présente un syndrome de claudication intermittente artérielle. Après une marche de quelques minutes, il ressent la crampe algique caractéristique du membre inférieur droit. L'impotence fonctionnelle est rapidement calmée par l'arrêt, pour reprendre après un nouvel effort. Les pulsations de la tibiale sont abolies au palper. Les pulsations de la fémorale sont perceptibles. L'indice oscillométrique est à peine perceptible au mollet.

Pas d'antécédents spécifiques avoués, pas de signes cliniques

de syphilis tertiaire (absence de leucoplasie buccale, pas de ganglions occipitaux ou épitrochléens, réactions pupillaires normales sans irrégularité irienne, pas de trace d'accident primitif).

Peu de renseignements héréditaires. Trois enfants en bonne santé. Pas de fausse couche chez la conjointe, ni d'enfants morts en bas âge.

Bordet-Wassermann, Hecht, Kahn, négatifs.

Signes d'artériosclérose : Mx, 20; Mn, 10, à l'appareil de Pachon.

Urée, 0,54 par litre de sérum.

Sucre, néant.

Le malade est depuis longtemps soumis aux divers composés iodurés, citrate de soude, diurétiques, régime, pour son syndrome artério-scléreux. Une série d'acécoline, à la dose de 10 centigrammes, l'améliore considérablement.

Mais cette amélioration est transitoire, et deux mois après le dernier traitement, les accidents se reproduisent avec la même intensité.

Il est alors pratiqué une seconde série, mais la claudication apparaît toujours, après une marche plus prolongée il est vrai.

On applique alors le traitement suivant : une électrode métallique entoure le mollet, une autre la cuisse, chacune de 10 centimètres de hauteur. Un quart d'heure de diathermie à la dose thermique la plus supportable. Aussitôt cette application, une électrode positive appliquée le long de la tibiale, depuis le creux poplité jusqu'à la partie inférieure de la jambe, électrode constituée par un tampon de coton ordinaire. Au-devant de cette électrode et isolée de la première, une électrode débordant le tibia de chaque côté : négatif, 6 milliampères, demi-heure.

Le sujet a absorbé 30 gouttes d'éranol une heure avant la séance (pour un cas cité antérieur, il était fait avant la séance une injection d'Iodaseptine).

Ce traitement est répété tous les jours six jours de suite, puis trois fois par semaine les quatre semaines suivantes. Dès la neuvième, il y a une amélioration considérable, et la dix-huitième, disparition de la symptomatologie. Cet état de guérison se maintient depuis sept mois.

OBSERVATION V.

(Due à l'obligeance de M. le Docteur R. FRANQUET.)

L'enfant J..., 7 ans, présenté une algie du talon rebelle aux traitements usuels : repos, récalcifiants, composés irradiés, dérivés salicylés, liniments calmants.

Les antécédents ne révèlent rien de particulier. Parents bien portants, une petite sœur venue à terme présente seulement quelques érosions dentaires semi-lunaires. L'enfant ne présente qu'un signe douteux d'hérédo-syphilis (axyphoïdie). Un traitement discret est institué qui ne donne aucun résultat.

Les parents font faire sur le conseil du médecin traitant, un cliché qui montre une décalcification du calcanéum. On tente un traitement d'irradiations d'ultra-violet qui améliore l'enfant, mais il continue à se plaindre vite, dès la moindre fatigue.

Il est alors soumis au traitement d'appel de calcium au niveau de la lésion. Un tampon de coton entoure le cou-de-pied et le talon. Ce tampon imbibé d'eau est relié au négatif. Un tampon positif entoure la partie supérieure du mollet.

Une heure avant la séance, qui consiste à faire passer 5 milliam-pères pendant demi-heure, le petit malade absorbe 40 gouttes de chloro-calcion. A la dixième séance, à raison d'une séance tous les deux jours, il n'y a plus aucune souffrance. La guérison est acquise, sans la moindre gêne de la marche depuis un an.

OBSERVATION VI.

(Due à l'obligeance de M. le Docteur R. FRANQUET.)

Mme T... a fait une fracture compliquée des os de la jambe il y a trente-cinq ans. Il s'est formé un cal énorme du tibia. Depuis des mois, cette dame, aujourd'hui âgée de 70 ans, souffre extrêmement de sa jambe. Son médecin a tout tenté, sans toutefois recourir à la morphine. Mais tous les calmants agissent peu. L'examen radiologique montre une décalcification en larges géodes de la partie

moyenne du tibia. Son cal paraît creusé et à la limite de la fracture spontanée.

Il lui est conseillé de prendre 80 gouttes de chloro-calcion une heure avant la séance consistant en la même technique (négatif au niveau de la lésion, positif à la cuisse). A la onzième séance, elle ne souffre plus, l'ion calcium dérivé ayant agi également comme anesthésique. A la vingt-deuxième séance, elle arrête le traitement. Revue deux mois après cette fin de dérivation, elle vaque à ses occupations normalement et sans aucune douleur.

CONCLUSIONS

I. — Il est possible, sous certaines conditions, d'introduire des substances à l'état ionique dans l'organisme.

II. — Sur cette constatation est basée une méthode thérapeutique déjà classique dite de l'ionisation.

III. — Les principaux avantages liés à l'ionisation sont :

- l'introduction de médicaments à l'état naissant;
- l'action massive *loco dolenti*;
- l'élimination plus lente du principe actif;
- l'imprégnation persistante des tissus bénéficiant de son action.

IV. — Les résultats sont indiscutables et indiscutés déjà pour de nombreux cas.

V. — Des faits concordants prouvent la possibilité d'un déplacement, sous l'action du courant galvanique, des ions introduits au préalable dans l'organisme par n'importe quelle voie.

VI. — Partant de ces faits est née une méthode nouvelle, dite dérivation électrolytique des médicaments (terme proposé par le Docteur Franquet [de Reims]).

VII. — Cette thérapeutique, présentant tous les avantages de l'électrolyse médicamenteuse, permet en outre de les étendre à des cas beaucoup plus variés, et de multiplier l'action des médicaments pris par les voies ordinaires.

VIII. — De beaux résultats lui sont déjà imputables, et autorisent à espérer son extension dans l'avenir à de nombreuses affections difficilement accessibles à une thérapeutique énergique.

VU, BON A IMPRIMER :

Vu : *Le Doyen,*

Le Président,

C. SIGALAS.

RECHOU

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 12 décembre 1932.

Le Recteur de l'Académie,

A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGONIE et ROQUES. — L'électrolyse des salicylates comme moyen de pénétration de l'ion salicyle en thérapeutique locale. *Arch. d'électr. méd.*, 15 avril 1903.
- BERNARD. — *Bull. de la Soc. franç. d'électr. et de rad.*, mars 1932.
- BORDIER. — Confirmation de la théorie du transport des ions à travers les tissus. Congrès de l'A. F. A. S. et *Arch. d'électr. méd.*, 1900.
- BOURGUIGNON. — *Exposé des travaux scientifiques*, p. 153-173.
- Traitement de l'hémiplégie cérébr. traumat. par le courant galvanique avec ionisation de la Cl^2 . *Soc. de neurol.*, 2 févr. 1922.
- BOURGUIGNON et COUDUCHÉ. — Expériences sur l'ionisation de l'iode par électrolyse chez l'homme, et son élimination par les urines. *Acad. des sciences*, t. 174, p. 1437, 21 mai 1922.
- BOURGUIGNON. — Ionisation trans-cérébro-médullaire. Congrès de l'A. F. A. S., La Rochelle, 25 juillet 1928.
- BRUCKER-MENDEL. — Contribution à l'étude des applications thérapeutiques des ions. Thèse de Paris, 1917.
- CAMPBELL. — Ionic medication. *British Med. Journ.*, London, 1923, p. 409-411.
- CHASSARY. — La théorie des ions et l'électrolyse médicamenteuse. Thèse de Montpellier, 1909.
- CROSBIE (M. W. E.). — *British Med. Journ.*, 21 mai 1927.
- CROSS. — Ionothérapie électrique. *Presse médicale*, mars 1928.
- DELHERM et LAPUERRIÈRE. — L'ionothérapie électrique. Baillière, 1925, p. 78-90.
- DESPLATS. — *Journ. des sciences méd. de Lille*, juillet 1928, p. 23.

- DUHEM et DUBOST. — L'ionisation et ses applications *médicales*, p. 23 et suiv., 48 et suiv.
- ELIOPOULOS. — Action de la diélectrolyse transcérébrale sur centres vaso-moteurs cérébr. et nouv. méthode d'électrol. médicam. Thèse Paris, 1931.
- FABRE-PALAPRAT. — *Arch. gén. de méd.*, Paris, 1833.
- FELDSTEIN. — L'ionisation double dans otopathies chroniques (méthode de Landry). *Journ. des prat.*, 15 nov. 1930.
- FOCKENBERGHE. — De l'introduction électrolytique de l'ion salicylé dans le traitement local des arthrites rhumatismales. Thèse Bordeaux, 1903.
- FOVEAU DE COURMELLES. — Ionothérapie. *La vie médicale*, 25 sept. 1932.
- FORTON. — L'ionothérapie électrique et orthopédique. Réunion d'orth. et de chir. de l'app. moteur de Bordeaux, 27 nov. 1930.
- FRANQUET. — La dérivat. électrolyt. des médicam., Vigot, 1932.
- *Revue des alcaloïdes*, juillet 1932, p. 208.
- Pénétrat. électrolyt. en thérap. otolog. Rapport au III^e Congrès internat. de radiol., 1931.
- Cf. plus loin : Landry et Franquet.
- GAJDOS-TORÖK. — Ionisation à l'histamine. Soc. franç. d'électr. thérap. et de rad., avril 1932, *Journ. des prat.*, 16 juillet 1932.
- GONZALEZ-QUIJANO-SANCHEZ. — La théorie des ions en élect. méd. Thèse, Paris, 1902.
- GRAIN. — Ionisation iodée translaryngée. Soc. de méd. de Paris, août 1932.
- HASSEINSTEIN. — Chemische Electriche Heint Methode, Leipzig, 1853.
- KLEINKE. — Zeitschr.-Wiener Aertze, 1847.
- LABATUT. — Transport des ions dans les tissus organ. *Arch. d'élec. méd.*, 1895.
- LABATUT, JOURDANET et PORTE. — Traitement des manifestations articulaires de la goutte et du rhumatisme par introduction électrolytique du lithium. *Gaz. des Hôpit.*, *Arch. d'électr. médic.*, 15 févr. 1895.

- LANDRY. — Ionisation dans le traitement des otites moyennes non suppurées. Son association à la diathermie. *Monde médical*, 1^{er} févr. 1931.
- LANDRY et FRANQUET. — *Ionisation dans les otites moyennes*, p. 24-35, 40, 44 et suiv.
- LANDRY, FRANQUET et PARIS. — Magnésium et ionisation. *Gaz. méd. du Nord*, 1^{er} mars 1930. *Ann. des malad. des or. et larynx*, mars 1930, pp. 235-241.
- LAPUERRIÈRE. — Bull. de la Soc. franç. d'électr. et de rad., octobre 1926.
- LEDUC — Introduction électrolytique dans les tissus vivants Congrès de l'A. F. A. S., Paris, 1900.
- Etude sur résist. électr. du corps humain. *Arch. d'électr. méd.* 12 août, Congrès de l'A. F. A. S., Paris, 1905.
- Les ions et les médications ioniques. Paris, 1907.
- LERMOYEZ, BOULAY, HAUTANT. — Traité des affections de l'oreille.
- LEVENT. — *Gaz. des Hôpît.*, 25 déc. 1929, p. 1868.
- LOUSTE, JUSTER, DRAYMER. — Traitement de l'hypertrichose de la face par ionisation au thallium. Soc. franç. de derm., 10 déc. 1927.
- MALHERBE. — Electro-ionisation transtympanique. *Arch. d'électr. méd.*, 10 juin 1907.
- MÜNK. — *Mon-Reinchert und Dubois-Reymond's Arch.*, 1873.
- RENON. — Quelques considérations sur l'importance de l'ionothérapie dans la médecine pratique. Thèse Montpellier, 1927-1928.
- STROHL. — Introd. médicam. par électrolyse. *Paris médical*, 1923, n° 49, p. 481-485.
- ZIMMERN. — Ionisation anesthésique par la carbaine. *Bull. de la Soc. franç. d'électr. et de rad.*, nov. 1927, févr. 1928.
- L'ionisation et ses applications analgésiques. *Revue d'actinologie*, janv.-févr. 1929.
- ZIMMERN et WICKAM. — *Bull. de l'Assoc. pour l'étude du cancer*, janv. 1930.

